

Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 6, 201

University of New Mexico



Hipótesis neutrosófica para demostrar las alternativas analíticas en la determinación de la cantidad de expertos con el modelo de comparación a través de la metodología Delphi

Frank Michel Enrique Hevia[1], Wilber Ortiz Aguilar[2], Marlys Peña Álvarez[3]

[1]Doctor en Ciencias Pedagógicas, Profesor Titular, Docente de Probabilidades y Estadística. Facultad de Educación en Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona", La Habana, Cuba. Email: frankmeh@ucpejv.edu.cu

[2]Máster en Ciencias de la Educación, Licenciado en Educación en la especialidad de Matemática-Computación, Docente de Matemática en la Educación Preuniversitaria. La Habana, Cuba. Email: ortizwilber74@gmail.com

[3]Máster en Ciencias, docente de la Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona", La Habana, Cuba. Email: marlyspa@ucpejv.edu.cu

Resumen. Dentro de los criterios de expertos cabe destacar la metodología Delphi como método del nivel empírico a utilizar por parte de los profesores en la investigación educativa. El tratamiento estadístico de las opiniones de los expertos en los aspectos valorados quizás sea la característica más importante de la conocida metodología Delphi, en esta, para dicho tratamiento, se emplean los modelos: de preferencias y de comparación por pares. En el caso de este último, que ocupa a los autores del trabajo, se consigue tratar, con rigor estadístico, las opiniones de los expertos en los aspectos valorados; cuando se tenga garantizada la normalidad de la distribución. Los métodos analítico-sintético, inductivo-deductivo y el histórico-lógico posibilitaron la fundamentación y abordaje teórico del tema desde la óptica de la Estadística descriptiva y la inferencia no paramétrica. Como resultado en este trabajo se propone una alternativa analítica basada en la asimetría, curtosis y la dócima Shapiro-Wilk como prueba de normalidad, para determinar la cantidad de expertos al utilizar la comparación por pares en el Método Delphi. Se hace uso de la hipótesis neutrosófica para demostrar la validez de las alternativas analíticas en la determinación de la cantidad de expertos en el modelo de comparación por pares en la metodología Delphi.

Palabras Claves: Modelo de comparación por pares, asimetría, curtosis, Hipótesis Neutrosófica, alternativas analíticas metodología Delphi.

1 Introducción

En la actualidad, no pocos profesores se enfrentan en la investigación educativa que realizan a: constatar la viabilidad de la propuesta de solución al problema científico formulado; y probar, en pocas ocasiones, la validez de contenido de los instrumentos utilizados para la obtención de la información.

Entiéndase por viabilidad al acercamiento a la comprobación práctica o teórica de una solución propuesta que en muchas oportunidades tiene carácter alternativo, y evidencia la aproximación más cercana a la realidad sin la necesidad de llegar a la experimentación [1].

¿Cuándo un instrumento de medición es válido en relación con el contenido?, ¿Cuándo se comprueba que el instrumento refleja el grado de dominio específico de contenido de la variable que se está estudiando, es decir, el grado en el que la medición representa a la variable medida?

Para estos dos asuntos que afrontan, en la investigación educativa, los profesores pueden acudir a la realización de pronósticos. Para ello, existen los métodos de pronosticación de base subjetiva. Estos están estructurados a partir de la aceptación de la intuición como una comprensión sinóptica de la realidad, y basados en la experiencia y conocimientos de un grupo de personas.

La sistematización y asesoramiento realizadas a más de 100 tesis de maestría y doctorado de la República de Cuba, Angola, Venezuela, Colombia, México y Ecuador, han permitido destacar dentro de los métodos generales de pronosticación de base subjetiva, como más comunes los siguientes:

- Método de criterios de expertos.
- Consulta a especialistas.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 6, 201

University of New Mexico



En lo ulterior, solo se hará alusión al método de criterios de expertos por ser el propósito fundamental de este trabajo. ¿Qué ventajas tiene el método de criterios de expertos? Como ventajas se pueden declarar las siguientes:

- La información disponible se puede contrastar mucho más que aquella de la que dispone el participante mejor preparado, es decir, que la del experto más versado en el tema.
- El número de factores (o aspectos) que es considerado por un grupo es mayor que el que podría ser tenido en cuenta por un solo experto.
- Cada experto podrá aportar a la discusión general la idea que tiene sobre el(los) aspecto(s) debatido(s) desde su área del conocimiento.
- En la práctica, para la determinación de la cantidad de expertos a participar en el proceso de peritaje, ha tenido aceptación la comprobación de la competencia de cada posible experto, utilizando para ello la autovaloración del propio participante.
- La competencia de un posible experto consiste en su nivel de calificación en una determinada área del conocimiento. La misma puede determinarse sobre la base del análisis de la actividad fructífera del participante, del nivel y profundidad de conocimiento de los logros de la ciencia y la técnica en el mundo, así como de la comprensión del tema y de las perspectivas de su desarrollo.

Basado en los elementos antes mencionados, se requiere del uso de la estadística neutrosófica para determinación de la cantidad de expertos en el modelo de comparación por pares en la metodología Delphi. La estadística neutrosófica es útil porque describe el cálculo estadístico para varias muestras diferentes y cada una del mismo tamaño. En el presente estudio las muestras son diferentes, una de ellas es para la cantidad de expertos y la otra se corresponde a con la comparación por pares en la metodología Delphi.

Con el uso de las estadísticas clásicas se conocen los datos, formados por números nítidos, en la estadística neutrosófica los datos tienen cierta indeterminación, los datos pueden ser ambiguos, vagos, imprecisos, incompletos, incluso desconocidos. En lugar de números nítidos utilizados en las estadísticas clásicas, se usan conjuntos (que se aproximan respectivamente a estos números nítidos) en la estadística neutrosófica [2].

Además, refiere el citado autor, que en estadística neutrosófica, el tamaño de la muestra puede no conocerse exactamente (por ejemplo, el tamaño de la muestra podría estar entre 90 y 100; esto puede suceder porque, por ejemplo, el estadístico no está seguro de lo que aproximadamente se refieren, que son los que conforman los individuos de la muestra si pertenecen o no al población de interés, o porque los individuos de la muestra solo pertenecen parcialmente a la población de interés, mientras que parcialmente no pertenecen). Otro enfoque lo es al considerar solo parcialmente los datos proporcionados por los individuos de la muestra cuya membresía a la población de interés es solo parcial.

2 Materiales y métodos

Un procedimiento completo y sencillo para la determinación de la competencia de los participantes, lo constituye el aprobado en febrero de 1971 por el Comité estatal para la Ciencia y la Técnica de Rusia para la elaboración de pronósticos científico-técnicos.

En este procedimiento, la competencia de cada participante se determina por un coeficiente, el cual se calcula de acuerdo con la opinión del posible experto sobre su nivel de conocimiento acerca del tema que se quiere valorar y con las fuentes que le permiten argumentar sus criterios. La fórmula para el cálculo del coeficiente de competencia es la que se muestra en la ecuación 1.

$$K = \frac{1}{2}\left(k_C + k_A\right) \quad (1)$$

Donde:

k_C : es el coeficiente de conocimiento (o información) que tiene el posible experto acerca del tema que se quiere evaluar, calculado sobre la valoración del propio participante en una escala del 1 al 10 y multiplicado por 0,1; de esta forma, el puntaje “1” indica que el posible experto no tiene ningún conocimiento del tema, mientras que el



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 6, 201

University of New Mexico



puntaje “10” significa que el posible experto tiene plenos conocimientos del tema. Entre estos dos puntajes extremos existen ocho intermedios. El participante deberá marcar con una equis (X) en la celda (o casilla) que considere verdaderamente pertinente.

k_A : es el coeficiente de argumentación (o fundamentación) de los criterios de cada posible experto, obtenido como resultado de la adición de los puntos alcanzados a partir de una tabla patrón. En la tabla 1, se muestra el patrón para calcular el coeficiente de argumentación.

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
Análisis teóricos realizados por usted	0,3	0,2	0,1
Su experiencia obtenida	0,5	0,4	0,2
Trabajos de autores nacionales	0,05	0,05	0,05
Trabajos de autores extranjeros	0,05	0,05	0,05
Su propio conocimiento del estado del tema en el extranjero	0,05	0,05	0,05
Su intuición	0,05	0,05	0,05

Tabla 1. Tabla patrón para hallar el coeficiente de argumentación. **Fuente** Elaboración propia.

La interpretación de algún valor hallado de este coeficiente está dada en:

- Si, entonces el coeficiente de competencia es alto
- Si, entonces el coeficiente de competencia es medio
- Si, entonces el coeficiente de competencia es bajo

Como es conocido, dentro de los criterios de expertos como métodos generales de pronosticación de base subjetiva cabe destacar: aquel que proporciona un recurso para, ulterior a la determinación de la cantidad de expertos, obtener un consenso y estabilidad colectiva mediante un riguroso tratamiento estadístico de las opiniones de los expertos en los aspectos valorados. Esta intenta ser la filosofía de la metodología Delphi.

El tratamiento estadístico de las opiniones de los expertos en los aspectos valorados quizás sea la característica más importante de esta conocida metodología, lo que la diferencia del resto de los métodos de pronosticación de base subjetiva, ya que la decisión final por cada aspecto a consultar se toma por medio de un criterio avalado por la experiencia y conocimiento del colectivo consultado y tratado estadísticamente por un método riguroso.

Para el tratamiento estadístico de las opiniones de los expertos en la metodología Delphi generalmente se emplean los dos modelos siguientes:

- El de preferencias
- El de comparación por pares

El primero debe ser empleado para menos de 30 expertos por parte de los profesores en la investigación educativa. Su variante más consecuente es el coeficiente de concordancia de rangos de Kendall y su dócima de significación, complementado con análisis de frecuencias absolutas y relativas.

En el caso del segundo, que ocupa a los autores de este trabajo, este modelo está sujeto a exigencias que a veces son pasadas por alto: la escala de medición de los aspectos a valorar requiere ser ordinal; el cálculo de los valores de la distribución normal inversa presupone construir la distribución empírica de frecuencias, sustituir cada valor por el correspondiente al de la distribución normal inversa y determinar los puntos de corte para cada categoría. Para todo ello es necesario lograr el tamaño adecuado del grupo de expertos, puesto que esta es una condición necesaria para que la distribución de frecuencias tenga carácter de normal o presente aproximación a esta.

De acuerdo con los resultados obtenidos se utiliza la hipótesis neutrosófica para demostrar la validez de las alternativas analíticas en la determinación de la cantidad de expertos en el modelo de comparación por pares en la



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 6, 201

University of New Mexico



metodología Delphi, la hipótesis neutrosófica es una afirmación sobre los valores neutrosóficos de una o varias características de la población objeto de estudio.

La neutrosofía, en el presente estudio, se utiliza por ser apropiada para para la interpretabilidad de los datos que se obtienen de muestras diferentes. Ella como rama de la filosofía y que estudia el origen, naturaleza y alcance de las neutralidades, creada por [3] es utilizada en estos tipos de análisis.

Smarandache [4], propuso el uso de la Neutrosofía para el tratamiento de las neutralidades. Ella ha formado las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica según refiere [4]. La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado por [5], donde expone:

sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0,1]\} n$, una valuación neutrosófica de un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a N, y por cada sentencia p tenemos entonces como se muestra en la ecuación 2.

$$v\,(p) = (T, I, F) \tag{2}$$

La hipótesis neutrosófica, además de demostrar la validez de las alternativas analíticas en la determinación de la cantidad de expertos en el modelo de comparación por pares en la metodología Delphi, contribuye al proceso de toma de decisiones al hacer uso de los conjuntos neutrosóficos de valor único [5], (SVNS, por sus siglas en inglés). Estos conjuntos neutrosóficos permiten interpretar términos lingüísticos, según refiere [4], desde los resultados que se obtienen con los datos que poseen un formato lingüístico.

Para el uso de los datos lingüísticos, y su interpretación, se define a X como un universo de discurso, por lo que un conjunto neutrosófico de valor único de tal universo de discurso es definido como; A sobre X, que representa un objeto, el cual se define tal como se muestra en la expresión 3.

$$A = \{\langle x, uA(x), rA(x), vA(x)\rangle : x \in X\}\, d \tag{3}$$

Donde:

$uA(x): X \rightarrow [0,1], rA(x) : X \rightarrow [0,1]\ y\ vA(x): X \rightarrow [0,1]\ con\ 0 \leq uA(x) + rA(x) + vA(x): \leq 3$, para todo $x \in X$.

Los intervalos $uA(x)$, $rA(x)$ y $vA(x)$ denotan las membrecías de verdadero, indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Un número SVN, entonces será expresado como A = (a, b, c).

Donde:

$a, b, c \in [0,1], y + b + c \leq 3$

Basado en lo antes referido, y como se mencionó, en el presente estudio se hace uso de hipótesis neutrosófica, donde la distinción entre la hipótesis estadística clásica y la hipótesis neutrosófica, según [2], es que en la estadística neutrosófica las variables que describen las características de la población son neutrosóficas (es decir, tienen valores indeterminados o varios valores desconocidos, o un número inexacto de términos si la variable es discreta), o para los valores que comparamos al menos una de las características de la población es neutrosófica (es decir, indeterminada o incierta o de valor vago).

El referido autor, cita que, de manera similar a las estadísticas clásicas, una Hipótesis Nula Neutrosófica, es denotada por NH0, ella es la afirmación que inicialmente se asume como verdadera. Mientras que la Hipótesis Alternativa Neutrosófica, denotada por NHa, es la otra hipótesis. Al realizar una prueba de NH0 contra NHa, hay dos conclusiones posibles: rechazar NH0 (si la evidencia de la muestra sugiere claramente que NH0 es falso), o no rechazar la NH0 (si la muestra no respalda la evidencia de la cadena contra la NH0).

NCML Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 6, 201
University of New Mexico



3 Resultados

El modelo de comparación por pares en la metodología Delphi está científicamente argumentado y permite tratar, con rigor estadístico, las opiniones de los expertos en los aspectos valorados; cuando se tenga garantizada la normalidad de la distribución. La confiabilidad de las valoraciones emitidas por el grupo de expertos depende, en primer lugar, del número de peritos que lo integre. Ofrecer algunos argumentos al respecto es el propósito de los autores de este trabajo que se presenta.

¿Cuál es el número de expertos a considerar para utilizar adecuadamente el modelo de comparación por pares en la metodología Delphi?

En relación a la cantidad de expertos a tener en cuenta, se han encontrado pocos autores que reportan algún análisis específico para su determinación. Los trabajos a cargo de los especialistas: [6] sugieren que un tamaño de muestra de 30 expertos es suficientemente grande para justificar la aproximación a la distribución normal y siguen esta regla aun siendo un poco arbitraria.

Por su parte, los especialistas [7] y [8] consideran la necesidad de contar con un número de expertos equivalente a cinco veces la cantidad de categorías que se declaran en cada factor a valorar. En el caso de establecer cinco categorías, deben consultarse 25 expertos o más; si se establecen entonces cuatro categorías, consultarse 20 expertos o más; y así sucesivamente.

A partir de los juicios asumidos anteriormente, cabe entonces preguntarse: ¿Serán las únicas alternativas para determinar la cantidad de expertos que se necesita al utilizar el modelo de comparación por pares en la metodología Delphi?

Los autores en este trabajo proponen una alternativa analítica para la determinación de la cantidad de expertos para el empleo de la comparación por pares. Esta alternativa se basa en la utilización de los llamados coeficientes de asimetría y curtosis, así como la prueba de hipótesis Shapiro-Wilk.

Como se conoce, una distribución de frecuencias normalizada se caracteriza por tener: una distribución empírica en la cual la mitad izquierda abarca el mismo número de valores que la mitad derecha, encontrándose el punto más alto en el eje de simetría de esta distribución; las medidas de tendencia central del conjunto de datos coincidentes (esto sucede poco, por lo que muchas de las distribuciones empíricas son irregulares o asimétricas).

Por su parte, la distribución de frecuencias asimétrica se caracteriza por tener: una distribución empírica en la cual una parte de los datos es más larga que la otra parte del total de valores, con respecto a un lado del punto más alto de esta distribución. Es evidente que la deformación (o asimetría) de una distribución de frecuencias puede presentarse a la derecha o a la izquierda.

En tanto lo relacionado con el apuntamiento (o curtosis) que presenta una distribución empírica de frecuencias, puede esta tener una altura superior, igual o inferior a la de la distribución normalizada. ¿Cómo hallar si la *deformación de una distribución empírica de frecuencias* tiene el carácter de normalidad o presenta buena aproximación a esta? Se puede calcular mediante:

1. El coeficiente de asimetría de Pearson, que tiene la desventaja de contener la moda, la cual puede existir o no en el conjunto de datos [9].

Para evitar esta desventaja, se puede utilizar:

2. El coeficiente $\alpha_3 = \dfrac{\dfrac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^3}{n}}{s^3} = \dfrac{1}{n}\dfrac{\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - \bar{x}\right)^3}{s^3}$ en función del tercer momento [10].

¿Qué propiedades cumple el coeficiente de asimetría ideado por Karl Pearson?

- Si es igual a cero, entonces indica que la distribución de frecuencias es normal.





- Si el coeficiente se encuentra en el intervalo -0,3< <0,3 entonces puede declararse que la distribución de frecuencias presenta buena aproximación a la normal.
- Si toma el valor -3 o 3, entonces la distribución de frecuencias es muy asimétrica, a la izquierda o a la derecha, según el sentido de dicha asimetría.

¿Qué propiedades cumple el coeficiente de asimetría en función del tercer momento?

- Si es igual a cero, entonces indica que la distribución de frecuencias es normal.
- A medida que se acerca a cero, más se aproxima la distribución de frecuencias al carácter de normal.

¿Cómo hallar si el *apuntamiento de una distribución empírica de frecuencias*, coincide con la altura de la normal o presenta buena aproximación a esta?

Se puede calcular mediante:

a) El coeficiente $Cu = \frac{q_3 - q_1}{2(P_{90} - P_{10})}$, donde $P_{25} = q_1$, $P_{75} = q_3$, P_{90} y P_{10} son deciles, o sea, son percentiles de órdenes 10 y 90.

¿Qué propiedades cumple este coeficiente de curtosis?

En la tabla 2 se muestran las competencias después de calcular los k_C y k_A de cada participante.

Posibles expertos	Coeficiente de competencia
1	0,85 (Muy bueno)
2	0,85 (Muy bueno)
3	0,9 (muy muy bueno)
4	0,9 (muy muy bueno)
5	0,9 (muy muy bueno)
6	0,6 (medianamente bueno)
7	0,55 (medio)
8	0,9 (muy muy bueno)
9	0,95 (Extremadamente bueno)
10	0,8 (muy bueno)
11	0,8 (muy bueno)
12	0,6 (medianamente bueno)

Tabla 2. Resultados obtenidos de las competencias después de calcular los k_C y k_A de cada participante. **Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados que se obtienen y que se muestran en la tabla 2, demuestran que los participantes 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10 y 11 tienen un coeficiente de competencia alto y se pueden aceptar con toda seguridad como expertos para el proceso de evaluación. Los participantes 6, 7 y 12, tienen un coeficiente de competencia medianamente bueno y medio, respectivamente, para aceptarlos en el proceso de evaluación. Para aceptar estos participantes se debe calcular el coeficiente de competencia promedio de todos los participantes, solo si este fuera alto (para el caso del ejemplo es de 0,82) pueden ser aceptados en el proceso de evaluación a los participantes que tienen el coeficiente de competencia medio. En la tabla 4 se muestra el coeficiente de asimetría y la curtosis, calculada del grupo de estudiantes que participaron en la competencia, una vez que se calcularon los k_C y k_A.



Neutrosophic Computing and Machine Learning , Vol. 6, 201
University of New Mexico



N	Válido	12
	Perdidos	0
Asimetría		-0,993
Curtosis		-0,564

Tabla 3. Coeficientes de asimetría y curtosis. **Fuente**: Elaboración propia.

El coeficiente de asimetría hallado indica que la cola izquierda es más larga que la cola derecha y que el número 12 de expertos entonces no es considerable para utilizar el modelo de comparación por pares en la metodología Delphi. Es evidente que, sobre la base de estos resultados se puede decir también que el apuntamiento de la distribución de frecuencias de estos 12 valores correspondientes a los coeficientes de competencia, no es aceptable para declarar que presenta buena aproximación a la distribución normal; puesto que -0,564 no se encuentra en el intervalo (0,263; 0,363).

Con el empleo de las Tecnología de la Información y las Comunicaciones (TIC), en la actualidad, que facilitan el uso de técnicas avanzadas para el cálculo de los coeficientes de asimetría y curtosis, al hacer uso de herramientas informáticas y en particular de paquetes de software estadísticos como lo es el software; *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS Statistics), se procedió con el cálculo de la prueba Shapiro-Wilk. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 4.

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
Coeficiente de competencia	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	0,250	12	0,037	0,817	12	0,015
a. Corrección de significación de Lilliefors						

Tabla 4. Prueba Shapiro-Wilk. **Fuente**: Elaboración propia con el Software: SPSS Statistics.

Estos resultados demuestran que el número de expertos a considerar para utilizar adecuadamente el modelo de comparación por pares en la metodología Delphi es la adecuada, en consecuencia, se realizó el cálculo de los coeficientes de asimetría, curtosis.

Para evaluar la posibilidad de comparar los datos entre los 2 grupos, se aplicó la prueba de normalidad Chi-Cuadrado y Shapiro-Wilk, la cual es útil para comprobar que los datos se ajustan a una distribución Normal. Estos datos que son representados en términos lingüísticos, como se muestra en la tabla 2, cuyos resultados se corresponden con la escala de términos lingüísticos de valor único empleados por [11] y que se muestran en la tabla 5.

Término lingüístico	**Números SVN**
Extremadamente buena(EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9, 0.1, 0.1)
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media(M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Tabla 5. Términos lingüísticos empleados por [22].





Basado en los resultados obtenidos al trabajar con los datos de valor único neutrosóficos según el empleo de ellos por [18], se obtiene un valor $p > 0.05$, valor llevado a la escala de términos lingüísticos donde se obtiene un valor Extremadamente Bueno (EB) en todos los 2 grupos, luego de haber realizado el cálculo del coeficiente de competencia promedio de todos los participantes, donde se obtuvo un valor alto, por encima de 0,82.

La hipótesis neutrosófica sobre los resultados obtenidos, en los dos grupos, muestra hallazgos cercanos, pero diferentes. Las alternativas analíticas en la determinación de la cantidad de expertos en el modelo de comparación por pares en la metodología Delphi fueron unidas (grupo 1 y grupo 2), tomando como intervalo valores indeterminados [min] hasta valores determinados [max], los cuales permitieron analizar la importancia del modelo de comparación por pares en la metodología Delphi.

De acuerdo a los resultados obtenidos, las recomendaciones a realizar son cercanas entre los dos grupos. En consecuencia, se aplicó la prueba estadística paramétrica $t - student$, con el objetivo de comparar los dos grupos principales en el modelo de comparación por pares en la metodología Delphi, a partir de sus medias, para luego comprobar si los resultados son estadísticamente diferentes.

La prueba $t - student$, aplicada a los dos grupos, obtuvo valores de p > 0.5, proporción extremadamente buena con esta prueba (EB), motivo por el cual no se rechaza la Hipótesis Nula Neutrosófica, denotada por NH0. El intervalo de confianza para la diferencia entre las medias, se extiende desde los valores indeterminados hasta valores determinados, el intervalo no contiene valores inexactos de términos ya que las variables utilizadas en la evaluación son discretas, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las dos muestras, con un nivel de confianza Muy muy buena (MMB), en particular del 95,0 %.

Conclusiones

Se realizó un análisis para conocer cuándo un instrumento de medición es válido en relación con el contenido y cuándo se comprueba que el instrumento refleja el grado de dominio específico de contenido de la variable que se está estudiando, es decir, el grado en el que la medición representa a la variable medida.

Para dar solución a las dos interrogantes estudiadas se propuso el uso de los coeficientes de asimetría, curtosis y la dócima Shapiro-Wilk, como alternativa de análisis práctico y con sustento estadístico, que permitió determinar el número de expertos a considerar para utilizar adecuadamente el modelo de comparación por pares en la metodología Delphi.

Luego, para demostrar la significatividad que estos componentes poseen, se realizó un análisis derivado de los resultados obtenidos de las competencias después de calcular el coeficiente de conocimiento (o información) que tiene el posible experto acerca del tema que se quiere evaluar y el coeficiente de argumentación (o fundamentación) de los criterios de cada posible experto, para ello se utilizó la hipótesis neutrosófica, detectándose que se muestra hallazgos cercanos, pero diferentes entre los dos grupos obtenidos, todo lo cual permitió analizar la importancia del modelo de comparación por pares en la metodología Delphi.

Referencias

[1] Añorga Morales J, Valcárcel Izquierdo N, Che Soler J. La parametrización en la investigación educativa. Revista Varona. 2008 julio-diciembre; No. 47: 13p
[2] Samarandache, F. Introduction to Neutrosophic Statistics, (2014) Sitech & Education Publishing
[3] Smarandache, F. A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic. Philosophy, (1999): p. 1-141.
[4] Smarandache, F. Unifying Field in Logics: NeutrosophicLogic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability: Neutrsophic Logic. Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability. (2005): Infinite Study.
[5] Wang, H. et al. Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing: Theory and Applications in Computing. (2005): Hexis.
[6] Crespo Borges T, Crespo Hurtado E. Un modelo basado en lógica difusa para el procesamiento de criterios de expertos en la investigación pedagógica. (2015), XIV Congreso COMPUMAT 2015. [CD-ROM]. ISBN: 978-959-286-036-0. La Habana, Cuba: UCI.
[7] Pérez Jacinto O, Hernández Heredia R, Colado Perna J. Una alternativa para los diseños experimentales en las investigaciones educacionales. Curso 32 En: Encuentro Pedagogía (2013). La Habana, Cuba: Sello Editor Educación Cubana.





[8] Cruz Ramírez M. El método Delphi en las investigaciones educacionales. (2009). La Habana, Cuba: Editorial Academia.
[9] Gorgas García J, Cardiel López N, Zamorano Calvo J. Estadística básica para estudiantes de ciencias. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid; (2011), p36.
[10] Egaña Morales E. La Estadística. Herramienta fundamental en la investigación pedagógica. Segunda edición corregida y aumentada. La Habana, Cuba: Editorial Pueblo y Educación; (2010); p306.
[11] Şahin, R. and M. Yiğider. A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection. (2014) arXiv preprint arXiv:1412.5077, 2014.